

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-326153

(43)Date of publication of application : 22.11.2001

(51)Int.Cl.

H01L 21/027
G03F 7/40
H01L 21/3065(21)Application number : 2000-
140465

(71)Applicant : NEC CORP

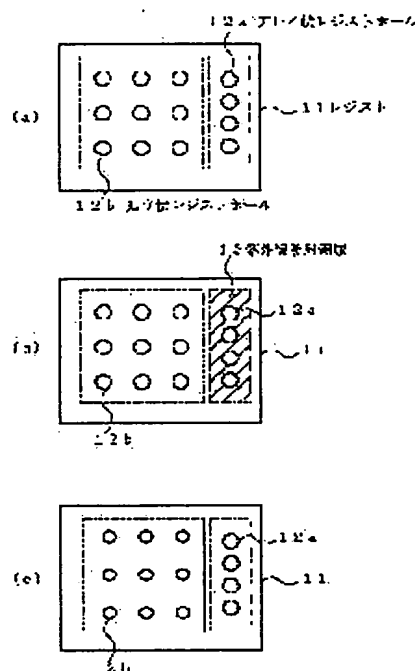
(22)Date of filing : 12.05.2000 (72)Inventor : YOSHINO HIROSHI

(54) METHOD OF FORMING RESIST PATTERN

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide technique of reducing diameter, in the formation of a resist hole pattern for forming a contact hole of a semiconductor device.

SOLUTION: A photosensitive resist 11 is formed on a substrate, and a region of arrayed resist holes 12a having a high density of holes and a region of isolated resist holes 12b having a low density of holes are formed on the resist by photolithography technique. Thereafter, the region of the arrayed resist holes 12a is selectively cured by ultraviolet radiation to improve heat resistance. Subsequently, the substrate is put to thermal flow on the region of the isolated resist holes 12b on the resist 11, and the isolated resist holes 12 of the region are selectively reduced in diameter.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision
of rejection][Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-326153

(P2001-326153A)

(43) 公開日 平成13年11月22日 (2001. 11. 22)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
H 0 1 L 21/027		G 0 3 F 7/40	5 0 1 2 H 0 9 6
G 0 3 F 7/40	5 0 1		5 1 1 5 F 0 0 4
	5 1 1	H 0 1 L 21/30	5 7 1 5 F 0 4 6
H 0 1 L 21/3065		21/302	H
			J
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁)			

(21) 出願番号 特願2000-140465 (P2000-140465)

(22) 出願日 平成12年5月12日 (2000. 5. 12)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 吉野 宏

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100082935

弁理士 京本 直樹 (外2名)

Fターム(参考) 2H096 AA25 BA10 BA20 EA02 EA04

EA06 EA07 CA08 HA01 HA05

JA04

5F004 BB04 BB05 CB14 EA21 EA25

EB01 EB03

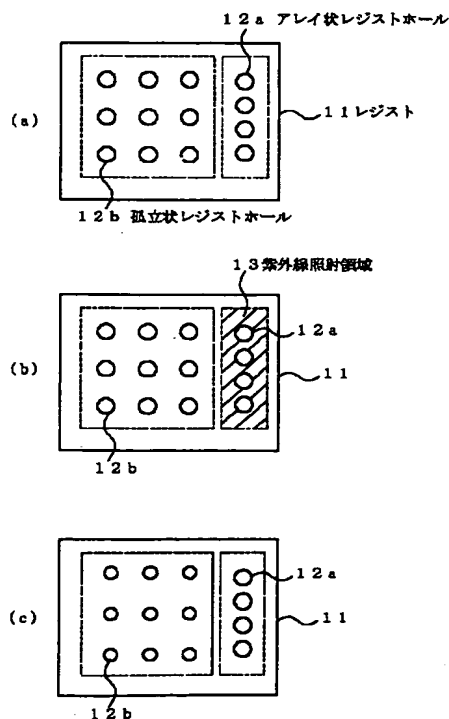
5F046 AA28 KA01

(54) 【発明の名称】 レジストパターンの形成方法

(57) 【要約】

【課題】 半導体装置のコンタクトホール形成用のレジストホールパターン形成における小径化技術を提供する。

【解決手段】 基板上に感光性のレジスト11を形成し、該レジストにホール密度の高いアレイ状レジストホール12a領域とホール密度の小さい孤立状レジストホール12b領域フォトリソグラフィ技術により形成した後、アレイ状レジストホール12a領域を紫外線照射により選択的に硬化して耐熱性を向上させ、次いで基板を加熱処理してレジスト11の孤立状レジストホール12b領域を熱フローさせ、該領域の孤立状レジストホール12bを選択的に小径化する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上にフォトリソグロフ技術により、それぞれ第1および第2のホールを形成する工程と、前記フォトリソグロフ技術の前記第1の領域をエネルギー線照射により選択的に硬化する工程と、前記基板を加熱処理して前記フォトリソグロフ技術の前記第2の領域を熱フローさせ、前記第2の領域の前記第2のホールを選択的に小径化する工程とを含むことを特徴とするレジストパターンの形成方法。

【請求項2】 前記加熱処理の温度が、前記エネルギー線照射により硬化された前記レジストの前記第1の領域の熱軟化温度よりも低く、前記エネルギー線照射されない前記レジストの前記第2の領域の熱軟化温度よりも高い温度であることを特徴とする請求項1記載のレジストパターンの形成方法。

【請求項3】 基板上にフォトリソグロフ技術により、それぞれ第1および第2のホールを形成する工程と、前記第1の領域と、前記第2の領域の前記第2のホールに隣接し、該ホールを囲む第3の領域を除く前記第2の領域とをエネルギー線照射により硬化する工程と、前記基板を加熱処理して前記第3の領域の前記レジストを熱フローさせ、該第3の領域の前記第2のホールを選択的に小径化する工程とを含むことを特徴とするレジストパターンの形成方法。

【請求項4】 前記加熱処理の温度が、前記エネルギー線照射により硬化された前記レジストの前記第1および第2の領域の熱軟化温度よりも低く、前記エネルギー線照射されない前記レジストの前記第3の領域の熱軟化温度よりも高い温度であることを特徴とする請求項3記載のレジストパターンの形成方法。

【請求項5】 基板上にフォトリソグロフ技術により、それぞれ第1および第2のホールを形成する工程と、前記第1および前記第2の領域を前記第1の領域の方が前記第2の領域よりも高照射線量となる条件でエネルギー線照射して硬化する工程と、前記エネルギー線照射により硬化された前記フォトリソグロフ技術の前記第2の領域の熱軟化温度よりも高く、前記エネルギー線照射により硬化された前記第1の領域の熱軟化温度よりも低い温度で前記基板を加熱処理して前記第2の領域のフォトリソグロフ技術のレジストを熱フローさせ、前記第2の領域の前記第2のホールを選択的に小径化する工程とを含むことを特徴とするレジストパターンの形成方法。

【請求項6】 前記第1の領域の前記ホールがアレイ状に複数形成されたホールであることを特徴とする請求項1、3または5記載のレジストパターンの形成方法。

【請求項7】 前記第2の領域の前記ホールが孤立状に複数形成されたホールであることを特徴とする請求項

1、3または5記載のレジストパターンの形成方法。

【請求項8】 前記エネルギー線として紫外線、電子線またはエキシマレーザーを使用することを特徴とする請求項1～7記載のいずれか一つのレジストパターンの形成方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は半導体装置におけるレジストパターン形成方法に関し、特に半導体基板上の層間絶縁膜にコンタクトホール形成する場合のパターン仕上り精度を改善したレジストパターンの形成方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 半導体装置には層間を電氣的に接続するためにコンタクトホールが形成される。半導体装置の高密度化に伴って、コンタクトホールの小径化が進み、コンタクトホール形成用のレジストホールパターンの仕上り精度を改善する技術が提案されている。

【0003】 レジストホールパターンの仕上り精度を向上させる従来例として、特開平10-274854号公報および特開平11-295904号公報には、レジストホールパターンを形成後、レジストの軟化点以上で加熱してレジストホールパターンを徐々に塑性変形させ、ホール形状の制御と小径化を図る方法が開示されている。

【0004】 図4は、上記の特開平11-295904号公報に開示されているレジストパターン形成方法の工程説明するための基板要部の断面図である。

【0005】 まず、図4(a)のように、基板10にレジスト11を塗布し、電子線直描装置を用いて、電子線をレジスト11に向けて選択的に照射して露光して描画する。

【0006】 次に、図4(b)に示すように、ポストエキスポージャベーク(PEB)を行った後、レジストを現像して基本となるレジストホール12を形成し、次いで図4(c)に示すように、熱処理を行い、レジスト11をリフローして変形させ、最終的に図4(d)のように縮小されたレジストホールが形成される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 図5は、上記の従来技術で形成されたレジストホールパターン形状のリフロー実施前後の変化を示す平面図であり、(a)はリフロー実施前の平面図、(b)はリフロー実施後の平面図である。

【0008】 図5(a)に示したように、孤立状レジストホール12bと、アレイ状レジストホール12aが共存するパターンの場合、孤立状レジストホール12bを縮小しようとする、アレイ状レジストホール12aも縮小させることになる。

【0009】 そのために、その分、レジストホールをも

とともに大きく形成しておく必要がある。しかしながら、アレイ状レジストホール12aでは、隣接したホール間のスペースが小さくなってしまいうため、ホールパターン形成が困難となる。また、仮にパターン形成できたとしても、図5(b)のように、その後の熱リフロー処理でホール形状が楕円形状となってしまう。そのため、コンタクト径を縮小させる量が制限され、リソグラフィのプロセスマージンを拡大することが困難となる。

【0010】孤立状レジストホール群は、もともとのホール寸法を大きく形成しても何の問題もないが、アレイ状レジストホール群が存在した場合には、そのホールの寸法を大きく形成できない。つまり、全パターンを同じ縮小量で形成するところに無理がある。

【0011】本発明の第1の目的は、レジストホール密度に粗密の領域が存在する場合に、リフロー工程において、粗の領域のホールを選択的に小径化するレジストパターン形成方法を提供することである。また、本発明の第2の目的は、レジストホール密度に粗密の領域が存在する場合に、リフロー工程において、粗の領域のホールを選択的に小径化するとともに、小径化の精度を向上したレジストパターン形成方法を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明のレジストパターン形成方法の第1の構成は、基板上にフォトレジストを形成し、該フォトレジストの第1および第2の領域にフォトリソグラフィ技術により、それぞれ第1および第2のホールを形成する工程と、前記フォトレジストの前記第1の領域をエネルギー線照射により選択的に硬化する工程と、前記基板を加熱処理して前記フォトレジストの前記第2の領域を熱フローさせ、前記第2の領域の前記第2のホールを選択的に小径化する工程とを含むことを特徴とする。上記の本発明のレジストパターンの形成方法の第1構成において、前記加熱処理の温度は、前記エネルギー線照射により硬化された前記レジストの前記第1の領域の熱軟化温度よりも低く、前記エネルギー線照射されない前記レジストの前記第2の領域の熱軟化温度よりも高い温度とされる。

【0013】本発明のレジストパターン形成方法の第2の構成は、基板上にフォトレジストを形成し、該レジストの第1および第2の領域にフォトリソグラフィ技術により、それぞれ第1および第2のホールを形成する工程と、前記第1の領域と、前記第2の領域の前記第2のホールに隣接し、該ホールを囲む第3の領域を除く前記第2の領域とをエネルギー線照射により硬化する工程と、前記基板を加熱処理して前記第3の領域の前記レジストを熱フローさせ、該第3の領域の前記第2のホールを選択的に小径化する工程とを含むことを特徴とする。

【0014】上記の本発明のレジストパターンの形成方法の第2構成において、前記加熱処理の温度は、前記エネルギー線照射により硬化された前記レジストの前記第

1および第2の領域の熱軟化温度よりも低く、前記エネルギー線照射されない前記レジストの前記第3の領域の熱軟化温度よりも高い温度とされる。

【0015】本発明のレジストパターン形成方法の第3の構成は、基板上にフォトレジストを形成し、該レジストの第1および第2の領域にフォトリソグラフィ技術により、それぞれ第1および第2のホールを形成する工程と、前記第1および前記第2の領域を前記第1の領域の方が前記第2の領域よりも高照射線量となる条件でエネルギー線照射して硬化する工程と、前記エネルギー線照射により硬化された前記フォトレジストの前記第2の領域の熱軟化温度よりも高く、前記エネルギー線照射により硬化された前記第1の領域の熱軟化温度よりも低い温度で前記基板を加熱処理して前記第2の領域のフォトレジストを熱フローさせ、前記第2の領域の前記第2のホールを選択的に小径化する工程とを含むことを特徴とする。

【0016】上記の本発明の第1～第3の構成において、前記エネルギー線としては、紫外線、電子線またはエキシマレーザー光を使用することができる。

【0017】上記の本発明の第1構成では、第1の領域のレジスト（例えば、ホール密度が高いアレイ状レジストホール領域のレジスト）を加熱処理する前に紫外線照射等のエネルギー線によって硬化して、後工程の加熱処理における熱フローを抑制し、第2の領域のレジスト

（例えば、ホール密度の小さい孤立状レジストホール領域のレジスト）を加熱処理により熱フローさせ、第2の領域のレジストホールを選択的に小径化できる。この場合、第1の領域のレジストホールは熱フローにより、小径化が抑制されるために、予め小径に形成しておけばよい。

【0018】上記の本発明の第2および第3の構成では、上記の第1の構成における第1の領域のレジストホールの熱フローにおける小径化抑制とともに、第2の領域のレジストの熱フロー量を低減させて第2の領域のレジストホールの小径化の均一性を図ることができる。

【0019】

【発明の実施の形態】次に、本発明のレジストパターン形成方法の実施の形態について図面を参照にして詳細に説明する。

【0020】図1は本発明の第1の実施の形態のレジストパターン形成方法の工程を説明するための平面図であり、図2は、図1の要部の断面図である。

【0021】まず、図1(a)、図2(a)のように、基板10上に、感光性の樹脂膜であるレジスト11を形成した後、露光および現像を行い、レジストホールパターンを形成する。図1(a)にはホール密度が高いアレイ状レジストホール12aの領域とホール密度が小さい孤立状レジストホール12bの領域が存在する。

【0022】レジスト11の材料としては公知のナフトキノンジアジド等のキノンジアジド系感光剤、アルカリ可

溶性樹脂および溶媒からなる非化学増幅型のポジ型スト材料が使用できる。このレジスト材料のアルカリ可溶性樹脂としては、ノボラック樹脂、ポリヒドロキシスチレンまたはその誘導体、スチレン-無水マレイン酸共重合体等を用いることができる。なお、レジスト11の材料としては、上記の非化学増幅型ポジ型レジストの他に化学増幅型ポジ型レジスト（例えばターシャリーブトキシカルボニル基で保護したポリヒドロキシスチレン樹脂と光発生剤等から構成される）を使用することもできるが、その他リフローして変形するフォトレジストであれば上記のレジスト材料に限定はされない。

【0023】現像液には通常の特ラメチルアンモニウムハイドロオキシド（TMAH）が使用できる。露光の光線には、通常のg線（436nm）、i線（365nm）、エキシマレーザ光（KrF：248nm、ArF：193nm、F2：157nm）の光線やX線等を用いることができる。

【0024】次に、図1（b）、図2（b）のように、レジストホール12aの熱リフローによる縮小を行いたくない領域（アレイ状レジストホール12aの領域）の耐熱性を向上させるため、その領域に選択的にマスクを使用して紫外線（UV）ランプにより約2分間、UV照射を行ってキュアする。

【0025】その後、UVキュアを行っていない部分（孤立状レジストホール12bの領域等）の軟化点温度以上、かつUVキュアを行った部分の耐熱温度以下の温度でベークを行うことによって、UVキュアを行っていない領域だけ、レジストを熱フローさせ、コンタクトホールパターンを縮小する（図1（c）、図2（c））。

【0026】このように、レジストのホールを縮小させない領域の熱フロー温度を紫外線照射により高くすることにより、紫外線を照射していない所定の領域のみのレジストのホールを選択的に縮小させることができる。

【0027】レジストの熱フロー温度を上げる手法としては、上記のUVキュアの他に、電子線照射あるいはArF等のエキシマレーザ照射によってレジストを架橋させる方法を使用することができる。

【0028】次に上記の本発明の実施の形態のレジストパターン形成方法について図2を参照してより具体的に説明する。

【0029】まず、図2（a）のように、シリコン等の基板10上にシプレイ・ファースト社製KrFエキシマレーザ露光用レジストUV6をスピコートにより塗布して温度130℃で1分間プリベークし、厚さ約0.7μmのレジスト11を形成した。

【0030】次に、露光用マスクを使用してKrFエキシマレーザで露光した後、温度140℃で約1分間ポストベークを行った。その後、2.38重量%の水酸化テトラメチルアンモニウム水溶液で現像し、直径0.25μmのアレイ状レジストホール12aと直径0.30

μmの孤立状レジストホール12bを有するレジストパターンを形成した。

【0031】次に図2（b）のように、アレイ状レジストホール12aの領域にマスクを使用して、120℃でベークしながら紫外線を約2分間照射した。その後、図2（c）のように、レジスト11の形成された基板10を温度158℃で約2分間ベークしてレジスト11をリフロー処理した。この結果、アレイ状レジストホール12a領域のレジストホール径は直径0.25μmで変化はなかったが、孤立状レジストホール12bの領域のレジストホールの直径は、0.20μmに縮小できた。

【0032】なお、上記の本発明の実施例と比較するために、図5に示した従来技術では直径0.35μmのアレイ状レジストホール12aと直径0.30μmの孤立状レジストホール12bは、温度158℃で約2分間ベークするリフロー処理により、それぞれのホールの直径は、0.30μm（縦方向の直径、形状は楕円形）、および0.20μmと縮小した。

【0033】次に、本発明の第2の実施の形態のレジストパターン形成方法について図面を参照して説明する。

【0034】図3は、本発明の第2の実施の形態のレジストパターン形成方法の工程を説明するための平面図である。本実施の形態では、孤立状レジストホールの周りをスリット状にアレイ状レジストホール領域と同様に熱リフロー処理前に紫外線照射処理を行い、孤立状レジストホールの仕上り精度を向上した。

【0035】まず、図3（a）のように、上記の第1の実施の形態と同様に、シリコン等の基板上にシプレイ・ファースト社製KrFエキシマレーザ露光用レジストUV6をスピコートにより塗布して温度130℃で1分間プリベークし、厚さ約0.7μmのレジスト11を形成した。

【0036】次に、露光マスクを使用してKrFエキシマレーザで露光した後、温度140℃で約1分間ポストベークを行った。その後、2.38重量%の水酸化テトラメチルアンモニウム水溶液で現像し、直径0.30μmの孤立状レジストホール12bと直径0.25μmのアレイ状レジストホール12aのホールパターンを有するレジストパターンを形成した。

【0037】次いで、図3（b）のように、アレイ状レジストホール12aの領域と孤立状レジストホール12bの周囲から所定の距離離れたレジスト11の領域にマスクを使用して、スリットパターン状に紫外線を約2分間照射しながら120℃でベークをおこなった。即ち、孤立状レジストホール12bの周りの所定のレジスト領域を所定の幅の紫外線照射領域で囲む状態となる。符号13は紫外線照射領域を示す。その後、図3（c）のように、レジスト11の形成された基板10を温度158℃で約2分間ベークしてレジスト11をリフロ

一処理した。温度158℃のベーキングでは、先に紫外線で照射したレジストの領域の熱フローは抑制される。この結果、アレイ状レジストホール12a領域のレジストホール径は直径0.25μmで変化はなかったが、孤立状レジストホール12bの領域のレジストホールの直径は、0.25μmに縮小でき、またホール径のパラッキも減少した。これは孤立状レジストホールの周りの紫外線照射で硬化した領域によりホール側に熱フローするフォトリソの量が減少し、また、孤立状レジストホール領域のリフローに寄与するレジスト体積を均一にしてホール径の仕上がり精度も向上できる。

【0038】上記の第2の実施の形態では、孤立状レジストホール12bの周囲から所定の距離離れたレジスト11の領域にマスクを使用して、スリットパターン状に紫外線をアレイ状レジストホール12a領域と同じ時間照射した。本実施の形態では、基板10上のレジスト11に露光および現像を行い、ホール密度が高いアレイ状レジストホール12aとホール密度が小さい孤立状レジストホール12bを形成した後、レジストの全面を例えば120℃でベーキングしながら短時間紫外線照射（例えば10～30秒間）し、次いでさらにアレイ状レジストホール12a領域のみを選択的に所定の時間紫外線照射する。その後、基板全体を孤立状レジストホールの領域のレジストの熱軟化温度よりも高く、アレイ状レジストホール12aの領域のレジストの熱軟化温度よりも低い温度（例えば、158℃）で約2分間ベーキングしてレジスト11をリフロー処理しても、上記の第2の実施の形態と同様なホール径の仕上がり精度向上ができる。これは、孤立状レジストホール12bの領域のレジストも短時間の紫外線照射でレジストの表面層が架橋され、熱フローを小さくできるためである。なお、紫外線透過度がアレイ状レジストホール12a領域と孤立状レジストホール12b領域で相違する紫外線照射マスクを使用することによってアレイ状レジストホール12a領域と孤立状レジストホール12bの紫外線照射によるレジストの硬化度（架橋度）を変えることができ、上記の第3の実施の形態と同様な効果が得られる。

【0039】上記の実施の形態では、レジストホールパターンについて説明したが、溝配線形成用のレジストパ

ターン等の形成にも本発明は適用可能である。

【0040】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では、次のような効果を得ることができる。

(1) レジストの加熱処理による熱フローを抑制したい領域（例えばホール密度の高いアレイ状レジストホール領域）を予め紫外線等のエネルギー線照射でレジストを架橋度を高めて耐熱性を向上させることによって、加熱処理前にエネルギー線を照射した領域のレジストホールの熱フローによる縮小化を抑制し、加熱処理前にエネルギー線を照射しない領域のレジストホールを選択的に縮小化できる。

(2) レジストの加熱処理前に、ホール密度の高い領域（例えばアレイ状レジストホール領域）を低い領域（例えば孤立状レジストホール領域）より高い照射線量のエネルギー線を照射することによって、ホール密度の高い領域のレジストホールの熱フローを抑制し、ホール密度の低い領域のレジストの熱フロー量を低減させて該領域のレジストホールの小径化の均一性を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態のレジストパターン形成方法の工程を説明するための平面図である。

【図2】図1の第1の実施の形態のレジストパターン形成方法の工程を説明するための基板要部の断面図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態のレジストパターン形成方法の工程を説明するための平面図である。

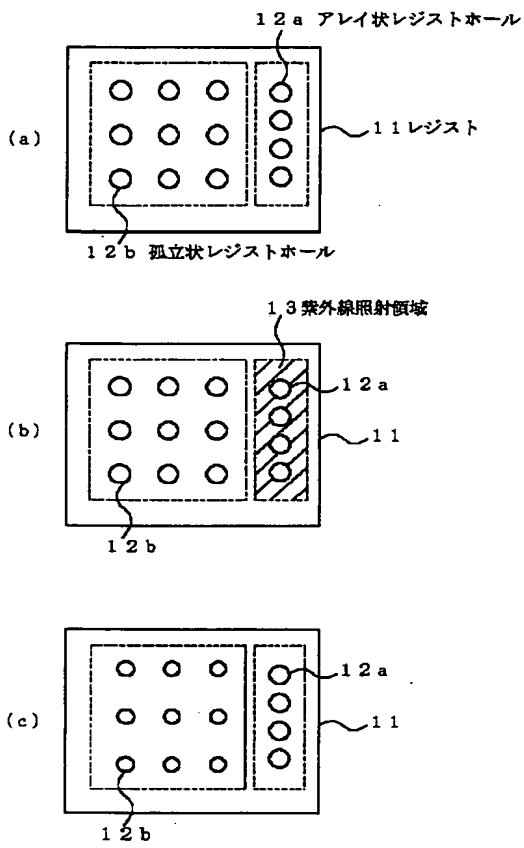
【図4】従来のレジストパターン形成方法の工程を説明するための基板要部の断面図である。

【図5】従来技術で形成されたレジストホールパターン形状のリフロー実施前後の変化を示す平面図である。

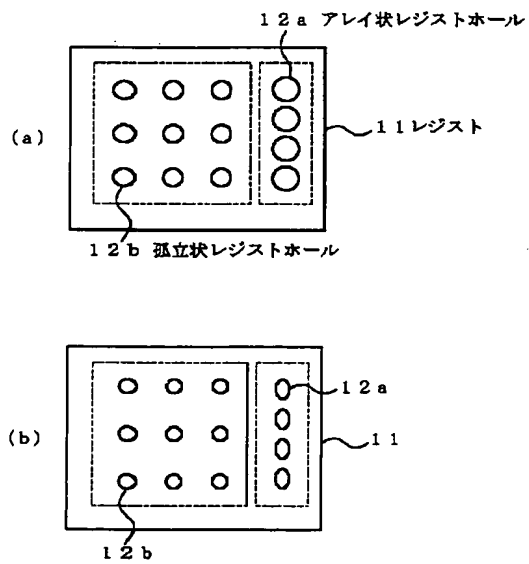
【符号の説明】

- 10 基板
- 11 レジスト
- 12 レジストホール
- 12a アレイ状レジストホール
- 12b 孤立状レジストホール
- 13 紫外線照射領域

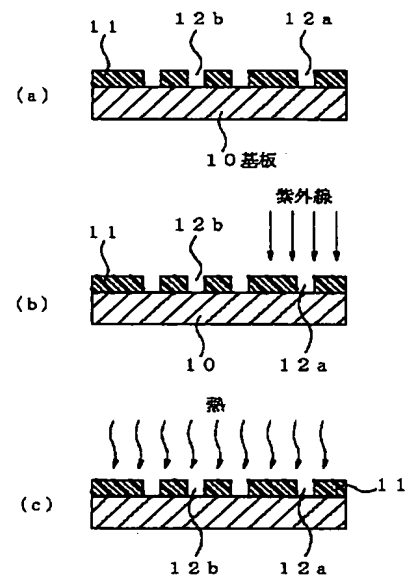
【図1】



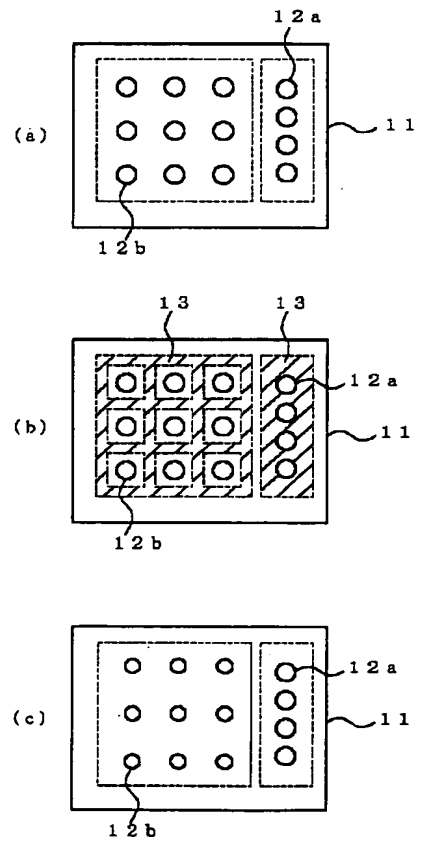
【図5】



【図2】



【図3】



【図4】

